

Insieme integrato di opere idrauliche atte a *raccogliere, convogliare e allontanare* dalle zone urbanizzate le acque reflue domestiche ed industriali, e le acque meteoriche, per poi *reimmetterle* nell'ambiente dopo gli opportuni *trattamenti* di depurazione.

Un sistema di drenaggio urbano accuratamente progettato deve garantire un efficace **controllo ambientale** ed **idraulico** dei deflussi fognari:

- gli scarichi nei ricettori non devono essere fonte di inaccettabili inquinamenti
- deve garantire una buona efficienza idraulica ai diversi regimi di funzionamento (regimi di tempo asciutto e piovoso, tempi di ritorno).

Fattori critici per il buon funzionamento delle fognature

- Espansione aree urbane e sviluppo di nuove attività:
 - ⇒ maggior carico idraulico delle reti esistenti
 - ⇒ aumento degli scarichi di origine non civile
 - Aumento dell'inquinamento da deposizione atmosferica e del traffico veicolare ("prime acque di pioggia" particolarmente inquinanti)
 - Qualità dell'acqua nei corpi idrici o *ricettori* (l'immissione di ulteriori carichi inquinanti può essere critica): D.L. 152/2006.
 - Le portate meteoriche oltre che estremamente variabili possono avere punte 10-100 volte superiori alle portate di acque luride (problemi per la depurazione e per il funzionamento idraulico della fognatura).
-
- Per ragioni igieniche (sviluppo di odori sgradevoli per fenomeni putrefattivi) i reflui dovrebbero essere allontanati con tempi inferiori alle 24 ore.
 - Velocità minime per evitare depositi di sostanze organiche nelle condotte.
 - La rete di fognatura e la rete idrografica naturale devono essere mantenute indipendenti: evitare interconnessioni e progettare i manufatti di scarico in modo che non avvengano rigurgiti (studio dei regimi idraulici dei ricettori)

Classificazione reflui dei sistemi fognari

- **Acque luride** o **nere** originariamente derivate dall'acquedotto: scarichi delle utenze domestiche, delle utenze e servizi pubblici, nonché delle attività commerciali, turistiche, artigianali ed industriali inserite nel tessuto urbano. Per queste ultime può essere necessario un pre-trattamento di depurazione prima della immissione nella fognatura.
- **Acque meteoriche** o **bianche** di origine meteorica che scorrono lungo tutte le superfici impermeabili del bacino urbano (tetti e coperture, strade). Le "*prime acque di pioggia*", dette anche "*acque bionde*", sono particolarmente cariche di inquinanti (pulviscolo atmosferico, dilavamento strade).
- **Acque industriali** provenienti da insediamenti industriali ubicati in prossimità del centro urbano. In genere è necessario un pre-trattamento di depurazione prima della immissione nella fognatura. Queste acque, se cariche di sostanze chimiche, soprattutto se acide, possono danneggiare le condotte. Talvolta queste acque non possono essere immesse in fogna.

Classificazione dei sistemi fognari

- **Unitario:** costituito da una sola rete di collettori che raccoglie e trasporta sia i reflui domestici che le acque meteoriche. Sono dotati in genere di uno o più *scaricatori di piena* (o *scolmatori*, o *sfiatori*, o *derivatori*) che, in occasione di eventi meteorici di una certa importanza, separano una parte delle acque e le convogliano direttamente al ricettore, mentre le *acque nere diluite* (più cariche di inquinanti) proseguono verso il depuratore.
- **Separato:** costituito da due reti separate, una per la raccolta ed il trasporto dei soli reflui domestici al depuratore, l'altra per le acque meteoriche che vengono in genere versate direttamente nel ricettore.
- **Misto:** ancora costituito da due reti di drenaggio, ma la rete delle acque bianche è dotata di *derivatori delle prime acque di pioggia* che inviano la parte più inquinata delle acque meteoriche nelle canalizzazioni delle acque nere per essere trattate con esse dal depuratore. Le portate meteoriche non derivate vengono scaricate direttamente nel ricettore.

Sfioratore laterale a soglia bassa

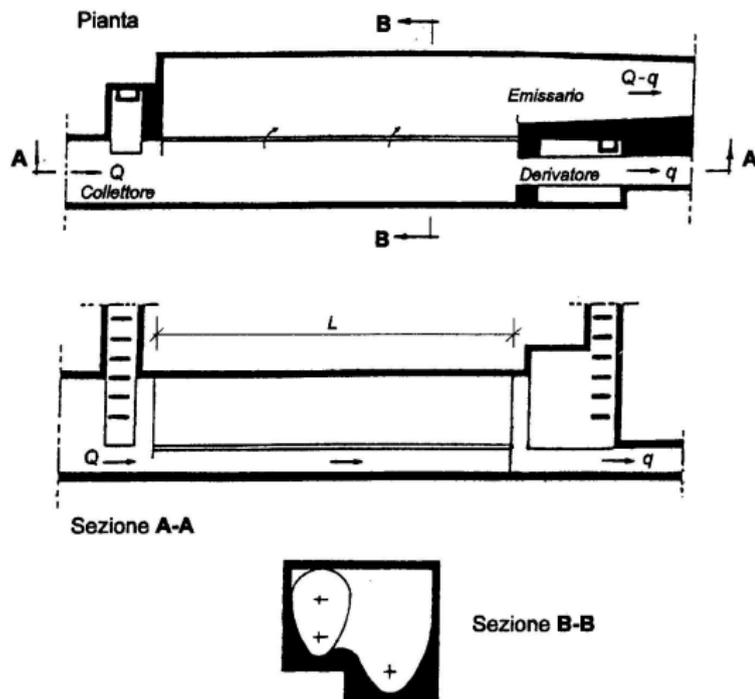


Figura 17.2 - Sfioratore laterale a soglia bassa.

Derivatore frontale

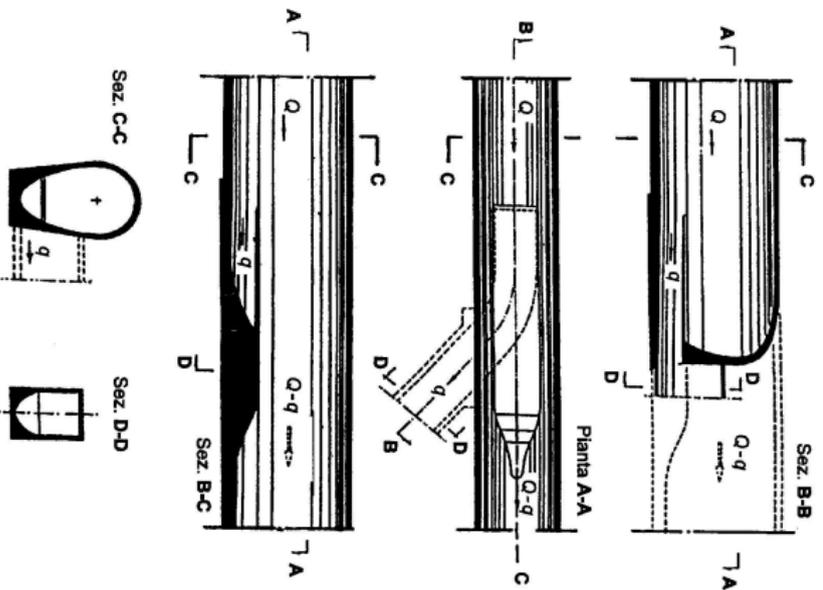
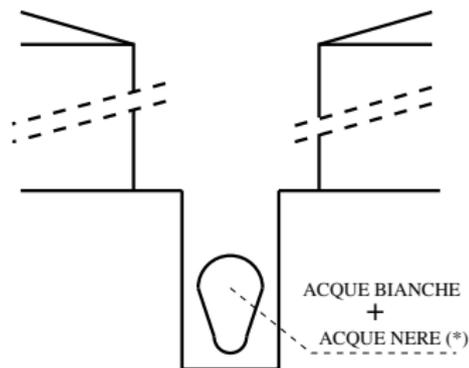


Figura 17.11 - Derivatore frontale per sezione ovoidale.

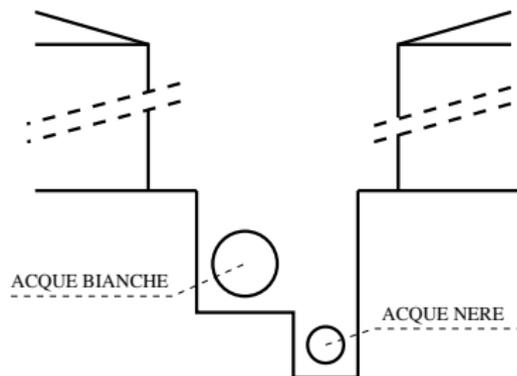
Sezioni di scavo tipo per i diversi sistemi

SISTEMA UNITARIO



(*) Per piccole portate si utilizzano collettori circolari, per grandi portate collettori ovoidali

SISTEMA SEPARATO e SISTEMA MISTO



Configurazione planimetrica delle reti di fognatura

- Dipende dal tipo e ubicazione del/dei ricettori
- Dipende dal livello di trattamento necessario per i reflui
- Dipende dalla possibilità di adattamento/integrazione della rete esistente (riabilitazione)
- Dipende dalla altimetria e morfologia del centro urbano (la rete di fognatura è disposta sotto la pavimentazione stradale)
- Non deve interferire con gli altri sottoservizi (acquedotto, rete elettrica, telefonica, distribuzione gas etc.)
- La rete di drenaggio è in genere a ramificazione inversa.
- Ove sia possibile, si preferisce il funzionamento a gravità.
- Il moto è di regola a pelo libero (eccetto nei tratti in sollevamento).

Configurazione di tipo perpendicolare

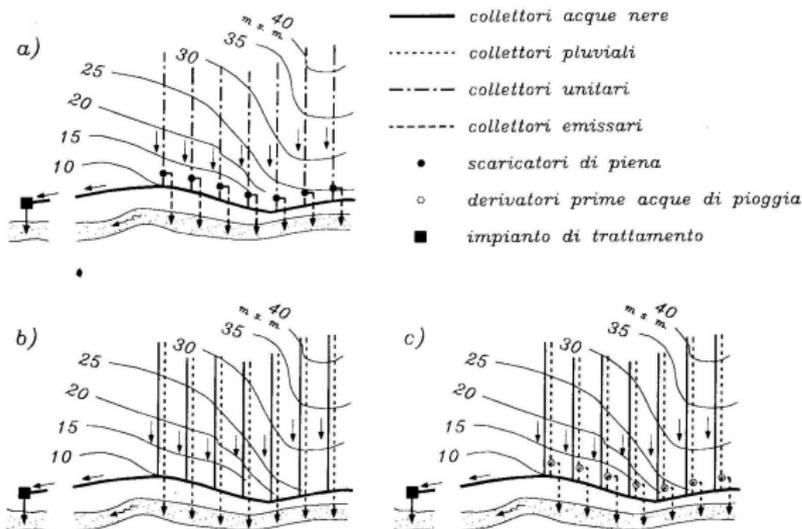


Figura 3.1 - Reti fognarie con configurazione del tipo perpendicolare:

(a) sistema unitario;

(b) sistema separato;

(c) sistema separato con invio alla depurazione anche delle prime acque di pioggia.

Configurazione di tipo a ventaglio

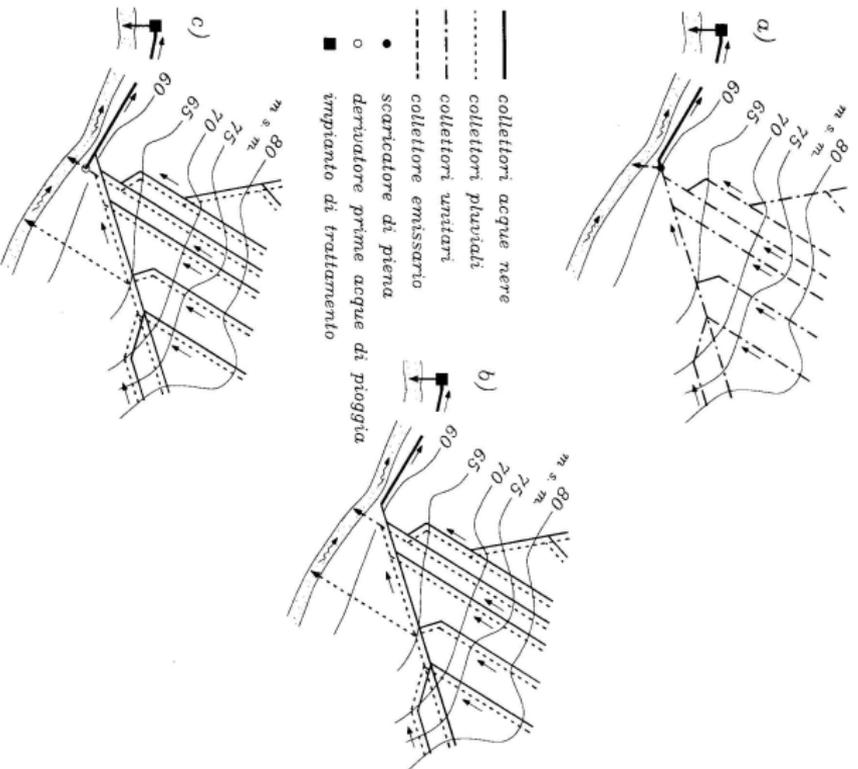


Figura 3.2 - Reti fognarie con configurazione del tipo a ventaglio:

(a) sistema unitario;

(b) sistema separato;

(c) sistema separato con invio alla depurazione anche delle prime acque di pioggia.

Configurazione di tipo radiale

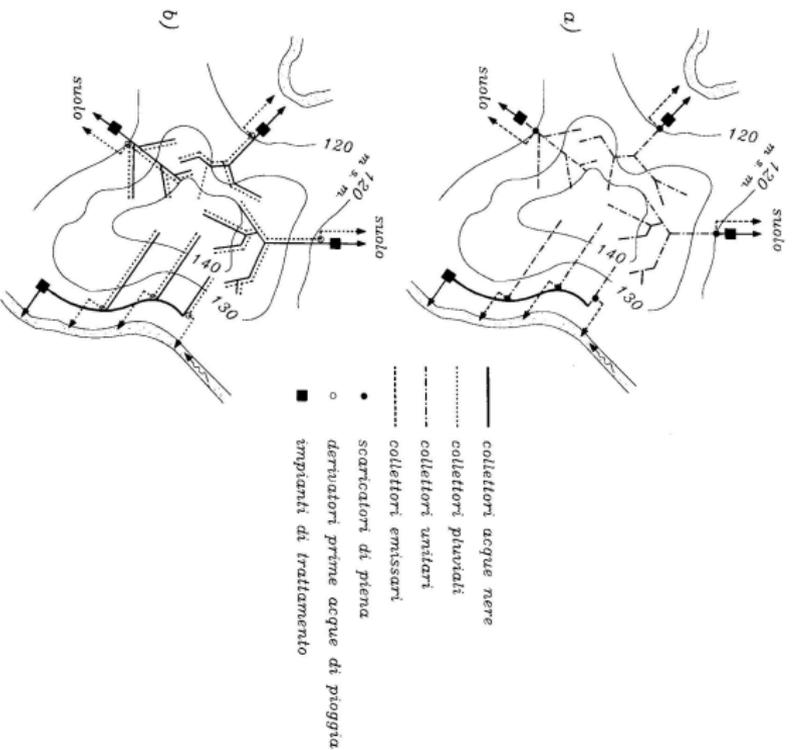
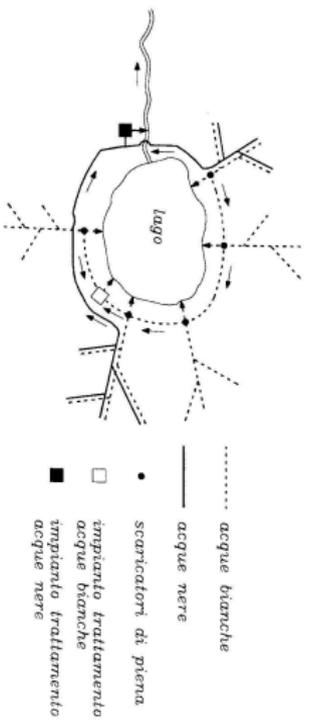
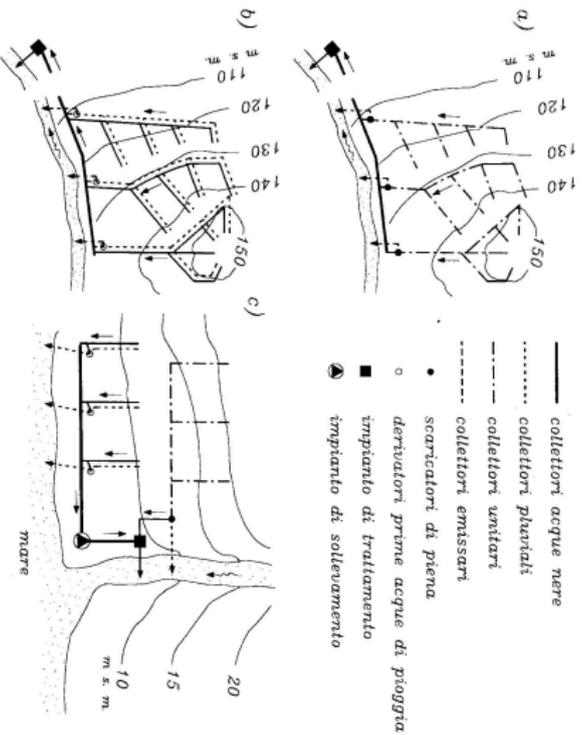


Figura 3.4 - Reti fognarie con configurazione del tipo radiale:

(a) sistema unitario;

(b) sistema separato con invio alla depurazione anche delle prime acque di pioggia.

Configurazione a terrazza e scarico su lago



Sistema unitario: Vantaggi

- 1 La canalizzazione unica costa meno (a parità di lunghezza) ed è meno ingombrante della canalizzazione doppia. La scelta del sistema unitario talvolta è obbligata nei centri con strade strette.
- 2 Minore costo per gli allacci delle utenze.
- 3 Permette delle economie rispetto ad una rete separata o mista quando il ricettore è distante dal centro urbano. Infatti queste ultime richiederebbero due lunghi collettori emissari, non essendo possibile disporre gli scaricatori di piena nelle immediate vicinanze del centro urbano.
- 4 Tutte le canalizzazioni (tranne al più i collettori minori a cui le utenze sono allacciate) sono visitabili internamente in tempo di magra.
- 5 Il rischio di intasamento è praticamente nullo anche in presenza di deboli pendenze (gli eventuali depositi che si dovessero accumulare vengono rimossi in occasione degli eventi meteorici).

- 1 Occorre sempre curare la impermeabilizzazione anche per le grandi cana-lizzazioni
- 2 In assenza di forti pendenze può risultare difficile garantire, in tempo di magra, le velocità minime per evitare gli accumuli di materie pesanti e detriti (accumuli che difficilmente, comunque, portano ad intasamenti, ma possono originare fenomeni di putrefazione).
- 3 Gli sfioratori di piena possono scaricare nei ricettori delle acque che, sebbene diluite, contengono ancora carichi di inquinanti organici. (ma le acque di prima pioggia vengono comunque convogliate al depuratore)
- 4 La variabilità delle portate in ingresso al depuratore rende la gestione dello stesso più delicata.

Sistema separato e sistema misto: Vantaggi

- 1 Modesta variabilità nelle portate di acque nere, che possono essere determinate con una certa accuratezza in base ai consumi acquedottistici:
 - i condotti della rete delle acque nere possono facilmente essere dimensionati per assicurare velocità minime e ridurre il rischio di depositi;
 - funzionamento regolare e più semplice gestione del depuratore che riceve le sole acque nere, ed al più le acque bionde.
- 2 L'impermeabilizzazione accurata è richiesta per la sola rete di acque nere.
- 3 Può risultare addirittura conveniente quando il ricettore attraversa il centro urbano o si trova in prossimità di esso (nel caso di sistema misto, inoltre, lo scarico di gran parte delle acque meteoriche non comporta danni per l'ambiente).

- 1 *Il principale limite di tali sistemi è dovuto al fatto che sovente le utenze private scaricano le acque luride nei collettori per le acque meteoriche e/o viceversa, snaturando la funzione stessa di questi sistemi.*
- 2 La doppia canalizzazione comporta un grave onere, soprattutto quando il ricettore è distante dal centro urbano.
- 3 Anche se di rado, si possono verificare intasamenti della rete nera
- 4 La manutenzione e la pulizia della rete nera sono onerosi (condotti di sezione ridotta non visitabili).
- 5 Se le acque meteoriche risultano molto inquinate (es. dilavamento piazzali industriali) richiedono anch'esse trattamento prima di essere scaricate nel ricettore.

Principali manufatti e opere idrauliche nei sistemi di fognatura

- Caditoie stradali, allacciamenti, collettori (o canalizzazioni) e manufatti di scarico
- Pozzetti di salto, cacciata (lavaggio), ispezione, curva e confluenza
- Scaricatori di piena (o scolmatori, o sfioratori, o derivatori)
- Vasche volano o di laminazione (ed eventualmente impianti di controllo e regolazione in tempo reale)
- Vasche di accumulo delle prime acque di pioggia
- Stazioni di sollevamento

Cunette e linee di ruscellamento

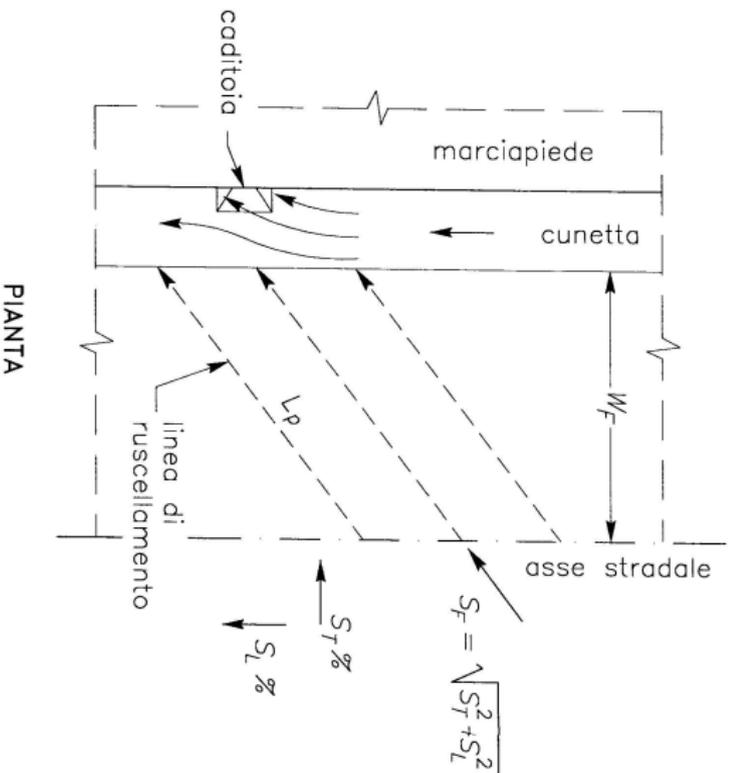


Figura 14.3 - Ruscellamento stradale nel caso di strade con pendenze longitudinale e trasversale diverse da zero.

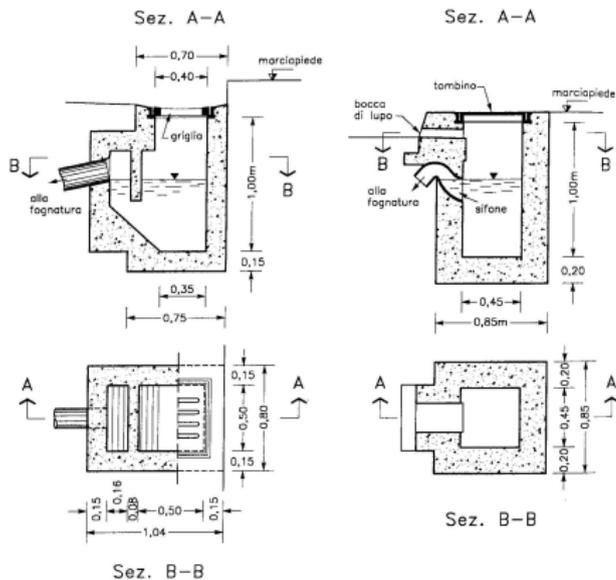


Figura 14.1 - Tipi di caditoie pluviale (modificata da [Frega, 1984]).

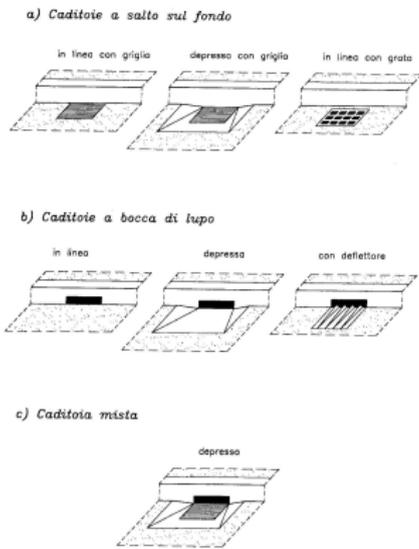


Figura 14.4 - Vari tipi di caditoie.

Ventilazione delle fogne

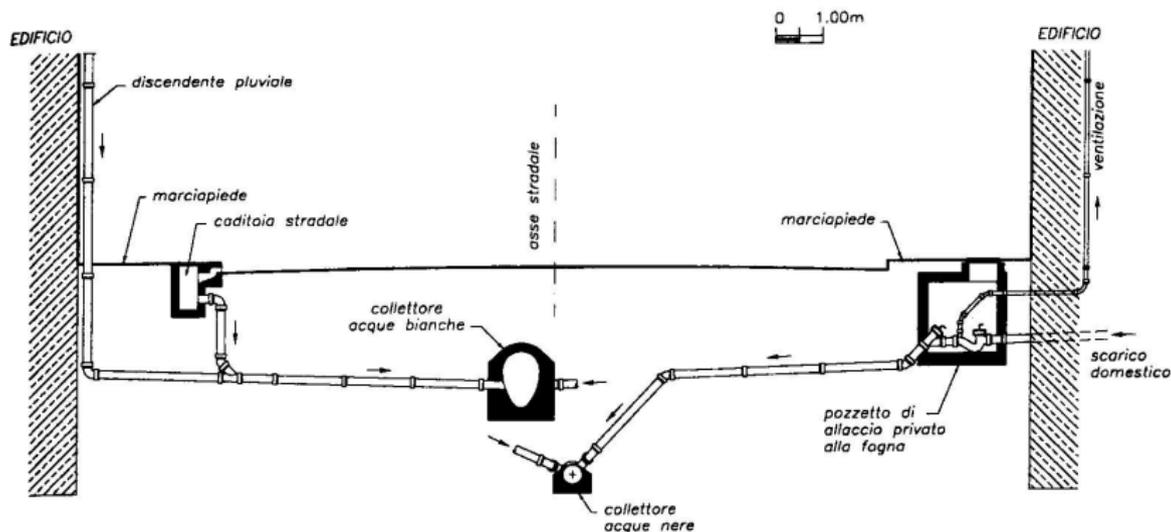


Figura 14.38 - Ventilazione delle fogne.

Allaccio di un discendente pluviale

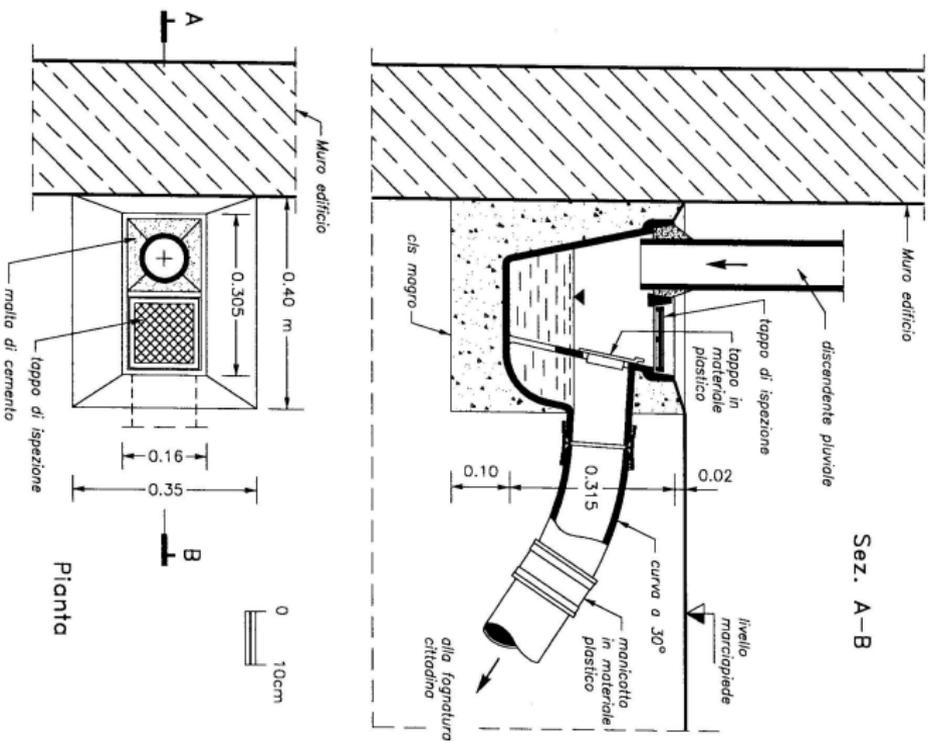
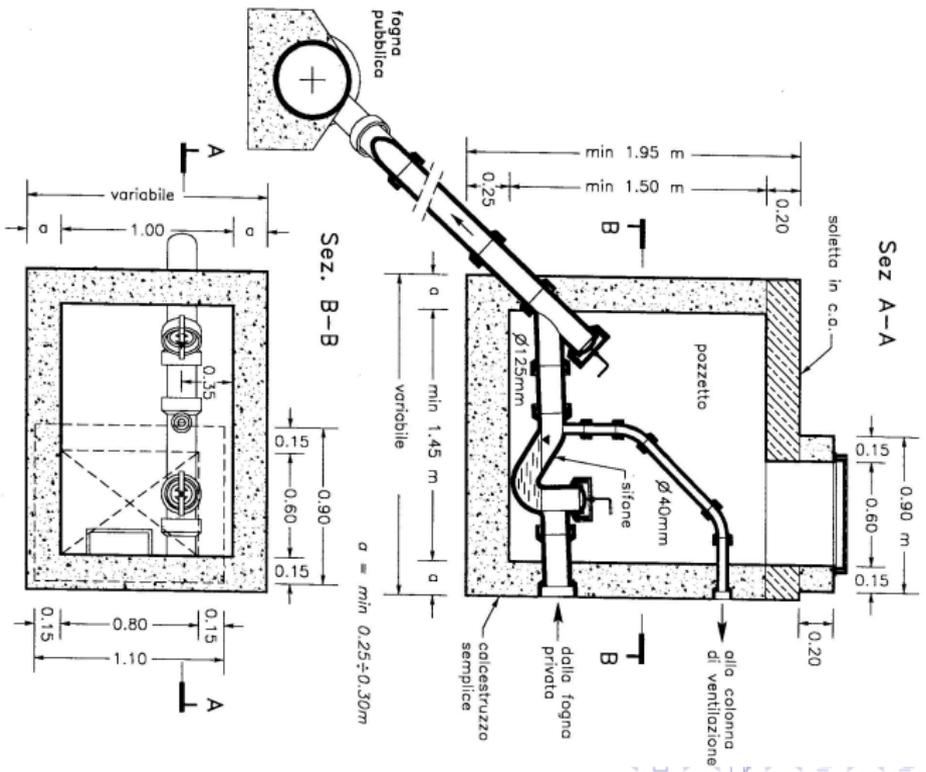


Figura 14.36 - Manufatto per allaccio di discendente pluviale.

Allaccio alla fogna nera

Figura 14.37 - Manufatto per allaccio privato alla fogna nera.



Pozzetto di salto con condotto interno al pozzetto

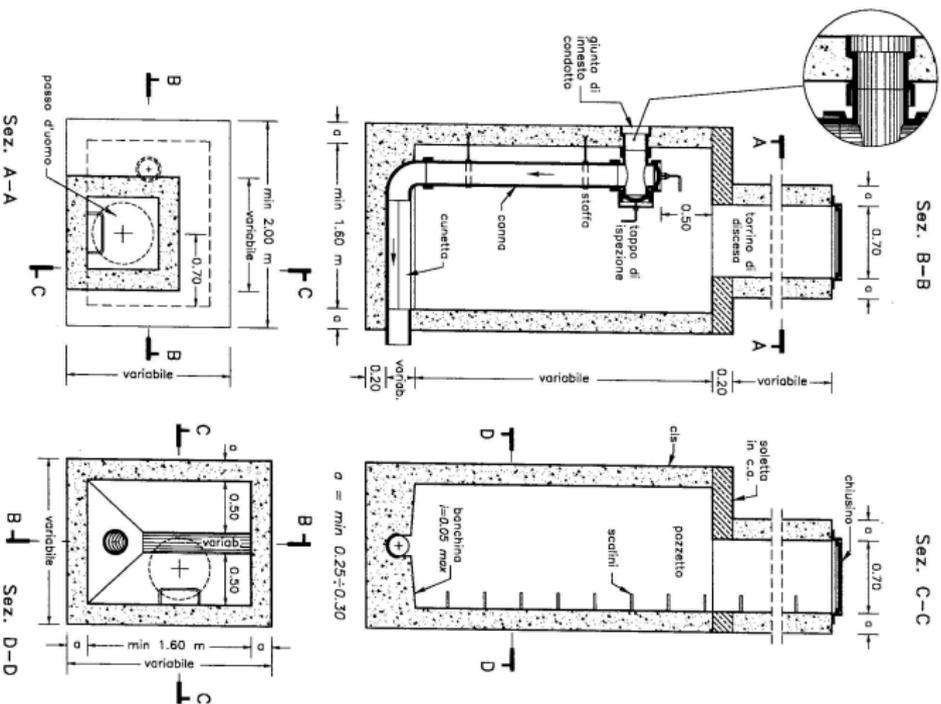


Figura 14.30 - Pozzetto di salto per condotti di piccole dimensioni, con condotto interno al pozzetto.

Pozzetto di salto con setto

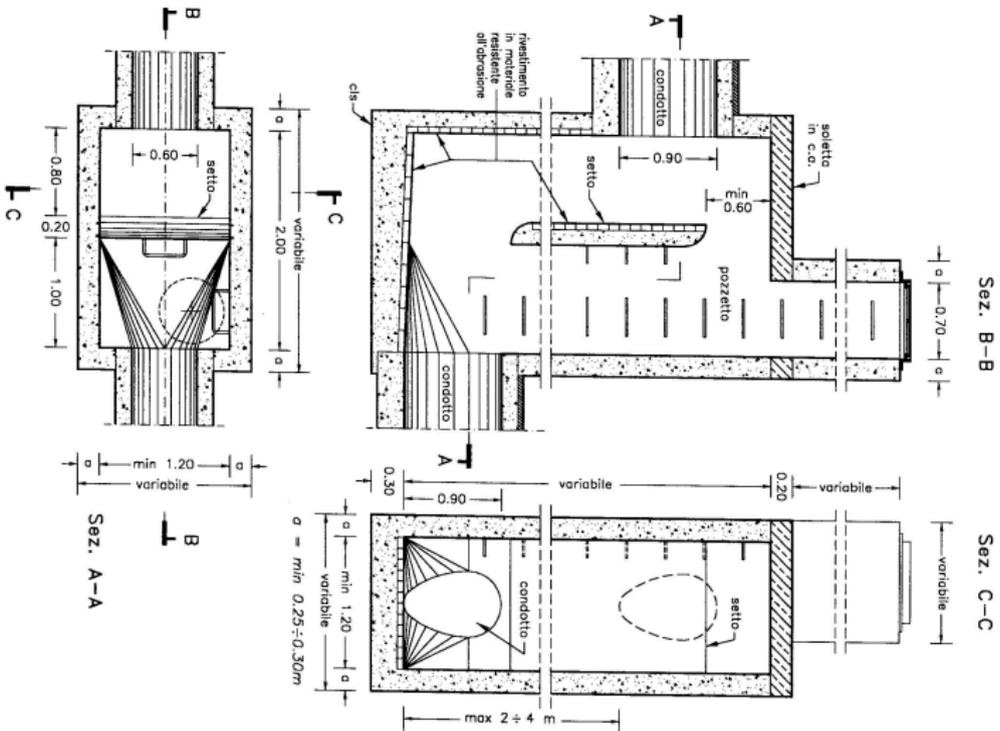


Figura 14.31 - Pozzetto di salto e confluenza per condotti di dimensioni piccole e medie.

Pozzetto di ispezione per collettore circolare

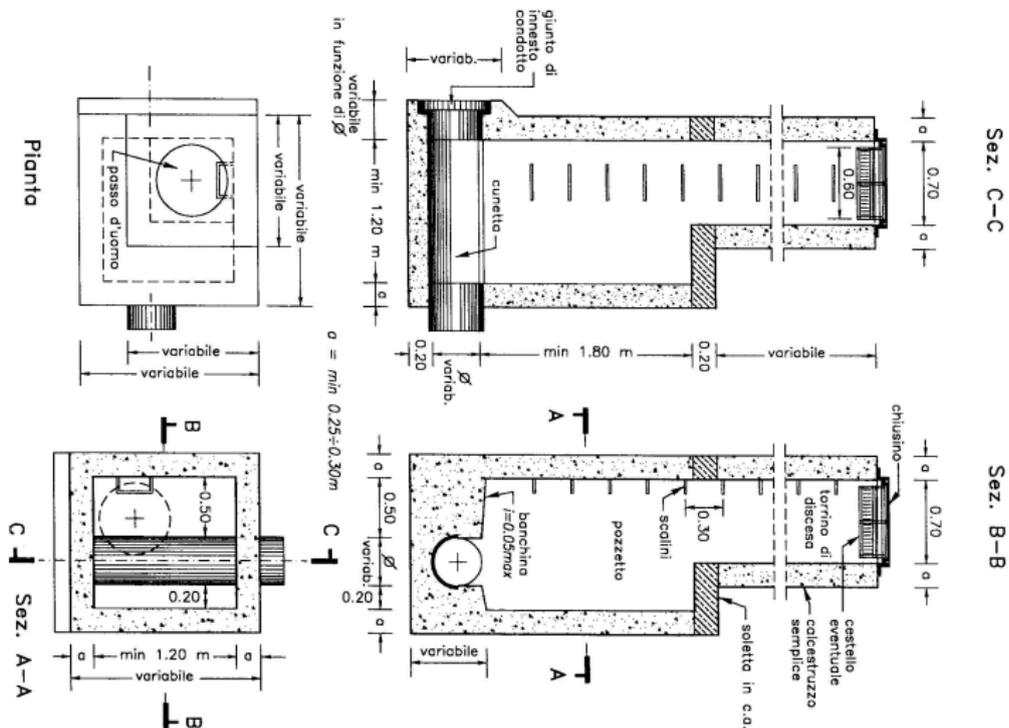


Figura 14.9 - Pozzetto in cls per condotti a sezione circolare di piccolo diametro.

Pozzetto di ispezione per collettore ovoidale

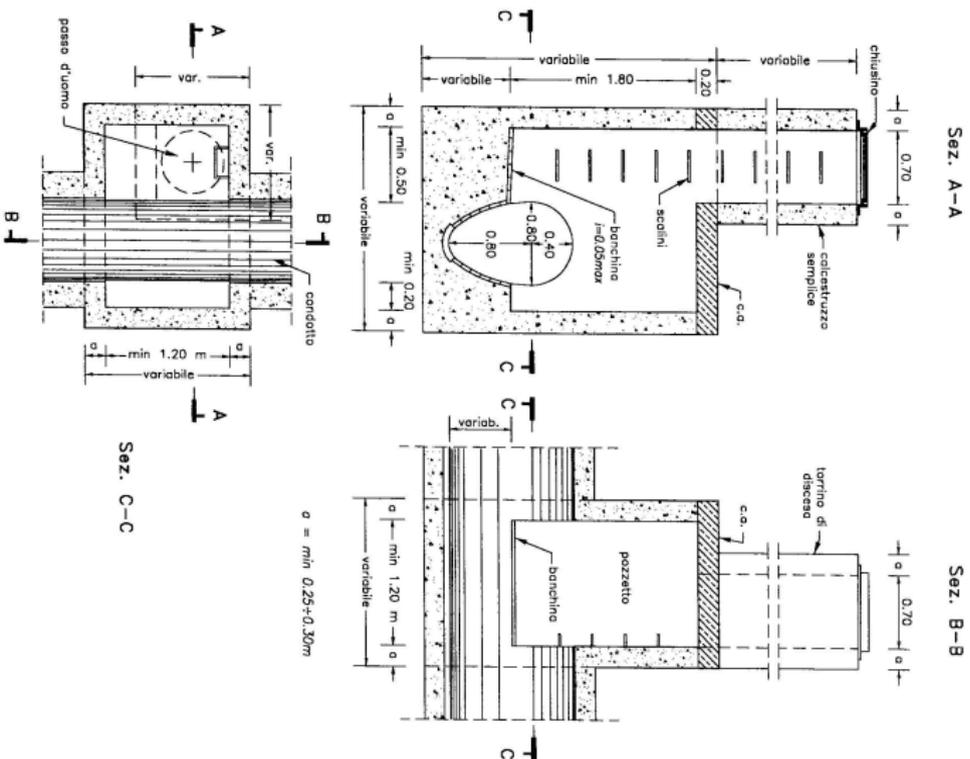


Figura 14.10 - Pozzetto in cls per condotti a sezione ovoidale.

Pozzetto di ispezione con tappi

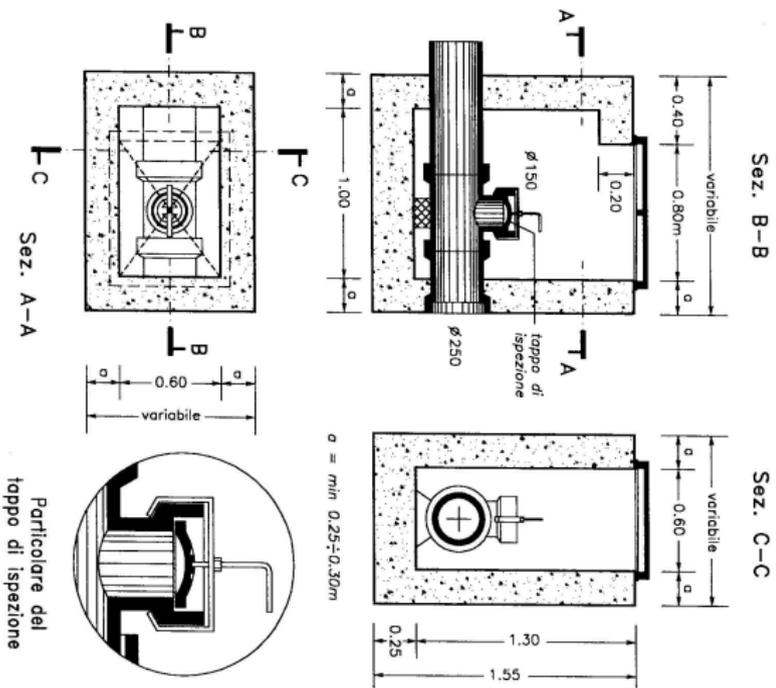


Figura 14.17 - Pozzetto con tappo di ispezione.

Vasche volano (o di laminazione)

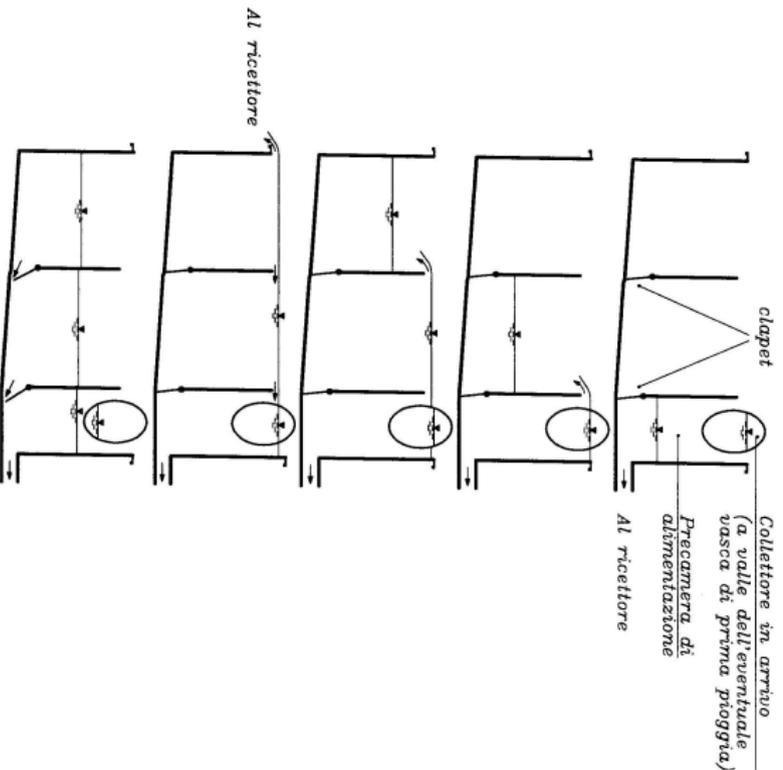


Figura 18.8 - Invaso multicamera con vasche in serie; benché il caso qui schematizzato preveda l'invio di tutto il volume invaso al ricettore, è comunque possibile, sostituendo le valvole a clapet con paratoie automatiche temporizzate, differenziare il recapito delle acque invase in camere diverse.

Esempio di vasche volano (o di laminazione)

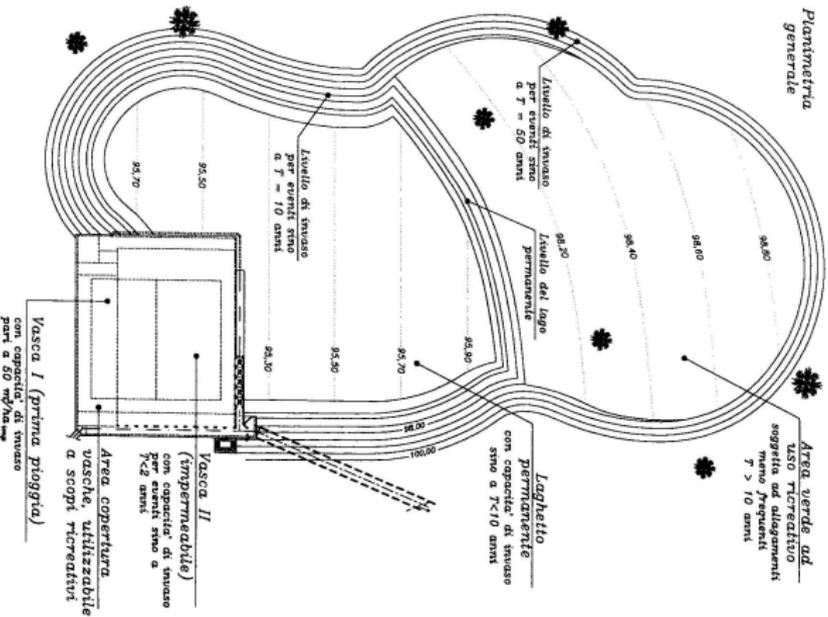


Figura 18.4 -

Esempio di vasca volano non impermeabilizzata a cielo aperto: in questo caso il riempimento della vasca avviene per sfioro da un comparto impermeabilizzato, interrato e coperto che accoglie le acque meteoriche più inquinata; lo svuotamento avviene in parte per infiltrazione e in parte mediante ritorno alla rete fognaria esistente, attraverso il comparto impermeabilizzato, a evento meteorico esaurito; si noti il piccolo argine che suddivide la vasca a cielo aperto in due comparti, rispettivamente destinati a contenere eventi fino a 10 e fino a 50 anni di tempo di ritorno.

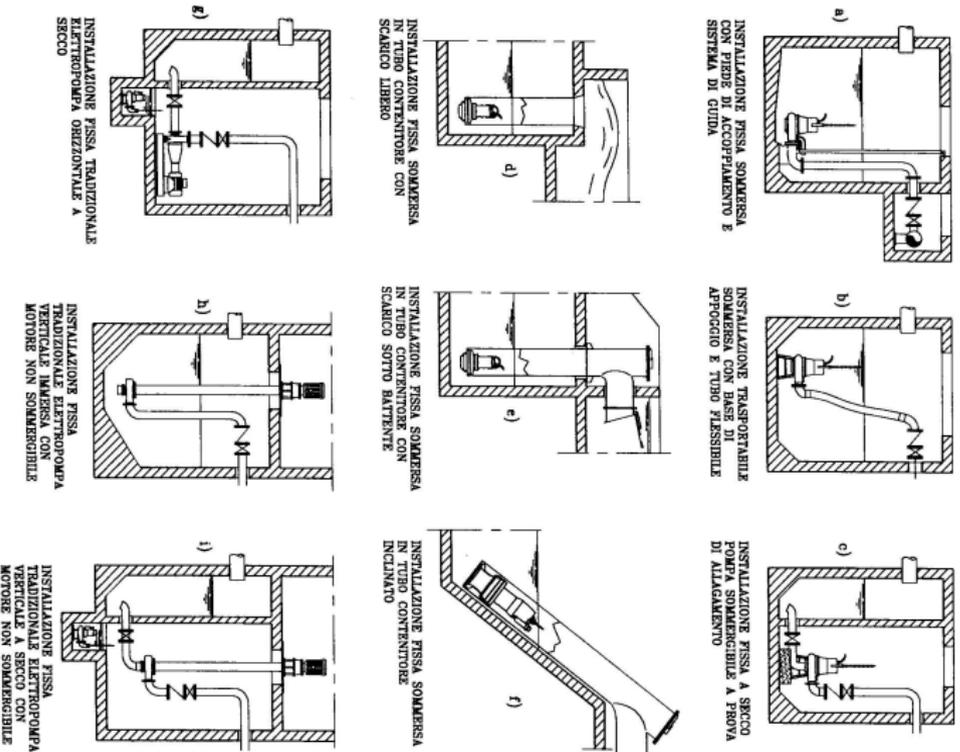


Figura 20.8 - Tipologie d'installazione per:

- a), b), c) pompe sommergibili,
- d), e), f) pompe sommergibili in tubo contenitore,
- g), h), i) pompe con motore non sommergibile.

Verifiche su tiranti e velocità

Massimi tiranti idrici h_{\max} e franco di sicurezza

- Condotti circolari di diametro inferiore a 400 mm: $h_{\max} = 0.5D$
- Condotti circolari di diametro superiore a 400 mm: $h_{\max} = 0.7D$ e un franco di sicurezza di almeno 20 cm

Vincoli sulle velocità

Circolare Ministero LL.PP. n.11633 del 07/01/1974:

- Velocità minima (per portate medie di acque nere) ≥ 0.5 m/s
- Velocità massima (per le portate nere di punta) ≤ 4 m/s
- Velocità massima (per portate al colmo di piena) ≤ 5 m/s

Indicazioni e suggerimenti:

- Nelle fognature *nere separate* $V_{\min} \geq 0.5 \div 0.6$ m/s dovrebbe essere sufficiente a rimuovere i depositi; nelle fognature *nere miste* $V_{\min} \geq 0.6 \div 0.7$ m/s per la presenza di materiale sabbioso
- *Portate nere di punta*: $V_{\max} \leq 2.5$ m/s e solo per canalizzazioni molto resistenti all'abrasione $V_{\max} \leq 4$ m/s